

MENU

SEARCH

INDEX

1/1



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 06148730

(43)Date of publication of application: 27.05.1994

(51)Int.Cl.

G03B 17/00

G01M 11/00

G02F 1/13

G03B 5/00

(21)Application number: 04302266

(71)Applicant:

OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing: 12.11.1992

(72)Inventor:

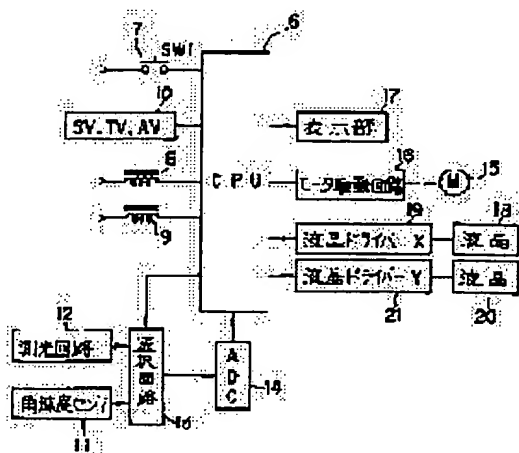
YAMAZAKI MASABUMI

(54) CAMERA SHAKING CORRECTION DEVICE

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To simplify constitution through the use of the unwanted electrically polarizing member in a mechanical driving part and to eliminate the delay of a response by electrically varying/deflecting the refractive index of a prism composed of an optical anisotropic medium, so as to prevent a camera-shake.

**CONSTITUTION:** A CPU 6 controls the operations of a releasing switch 7, a magnet for controlling a shutter preceding curtain 8, a magnet for controlling a shutter trailing curtain 9, an information input part 10, an analog input selecting circuit 13, a motor driving circuit 16 and a display part 17. An angular velocity sensor 11 detects the camera-shake in the axial direction of a camera and sends the quantity of the camera-shake to the CPU 6 via the analog input selecting circuit 13 and an A/D converting circuit 14. The CPU 6 drives liquid crystal drivers 19 and 21 for driving liquid crystals 18 and 20, so as to adjust the inclinations of the rays of light made incident on a photographic lens into a direction where the camera-shake around each shaft is offset according to the quantity of the obtained camera-shake.



LEGAL STATUS

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-148730

(43)公開日 平成6年(1994)5月27日

(51)Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 B 17/00	Z			
G 0 1 M 11/00	T	8204-2G		
G 0 2 F 1/13	5 0 5	7348-2K		
G 0 3 B 5/00	Z	7513-2K		

審査請求 未請求 請求項の数2(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-302266

(22)出願日 平成4年(1992)11月12日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 山崎 正文

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

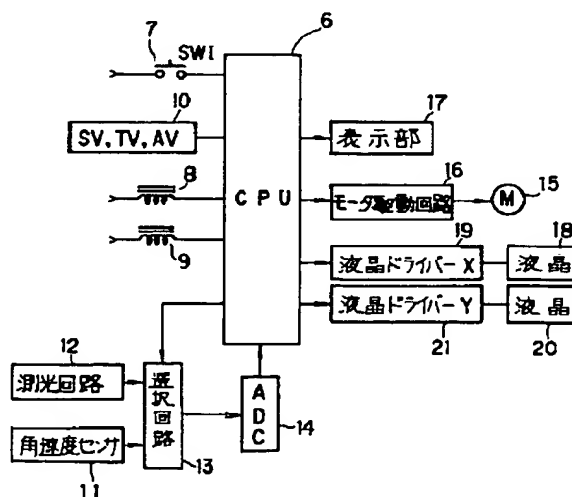
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 カメラの手ぶれ補正装置

## (57)【要約】

【目的】この発明は、機械的駆動部の不要な電氣的偏光部材を用いて構成を簡単にして応答の遅れを解消するために、光学的異方性媒体で構成したプリズムの屈折率を電氣的に可変にして偏向することにより手ぶれを防止することを特徴とする。

【構成】CPU6は、リリーススイッチ7、シャッタ先幕制御用マグネット8、シャッタ後幕制御用マグネット9、情報入力部10、アナログ入力選択回路13、モータ駆動回路16、表示部17の動作を制御する。角速度センサ11は、カメラの軸方向の手ぶれを検出してそのぶれ量をアナログ入力選択回路13、A/D変換回路14を介してCPU6に供給する。CPU6は、この得られた手ぶれ量に応じて、各軸回りの手ぶれを相殺する方向に撮影レンズの入射光線の傾きを調節するように液晶18及び20を駆動するべく、液晶ドライバ19及び21を駆動する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 カメラの手ぶれ量を検出する手ぶれ検出手段と、

撮影レンズの光路中に配置された偏光フィルタと、この偏向フィルタの後側に配置され、対向する透明電極とこの透明電極に挟まれたプリズム型の光学的異方性媒体とから成る電氣的偏向手段と、

上記手ぶれ検出手段により得られた手ぶれ量に応じた電圧を上記透明電極に印加する駆動電圧発生手段とを具備することを特徴とするカメラの手ぶれ補正装置。

【請求項2】 カメラの手ぶれ量を検出する手ぶれ検出手段と、

撮影レンズの光路中に配置され、対向する第1の透明電極とこの第1の透明電極に挟まれたプリズム型の第1の光学的異方性媒体とから成る第1の電氣的偏向手段と、撮影レンズの光路中に配置され、対向する第2の透明電極とこの第2の透明電極に挟まれて上記第1の光学的異方性媒体と光軸が互いに直交する平面上で変化するように配置された第2の光学的異方性媒体とから成る第2の電氣的偏向手段と、

上記手ぶれ検出手段により得られた手ぶれ量に応じた電圧を上記透明電極に印加する駆動電圧発生手段とを具備し、

手ぶれによる像のぶれを上記第1及び第2の電氣的偏向手段により補正することを特徴とするカメラの手ぶれ補正装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明はカメラの手ぶれ補正装置に関し、特に光学的異方性媒体、例えば液晶セルの複屈折を利用し、カメラの手ぶれによる像の劣化を電氣的光線の傾きを変化させて補正するカメラの手ぶれ補正装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来から、撮影時に発生する画像の手ぶれによる劣化を防止する装置が種々提案されている。これらの装置は、手ぶれ振動を検出するために、光学的な補正を施したり、機械的な振動センサを用いて手ぶれを補正している。

【0003】例えば、特開昭47-41853号公報には、全光学系を前後2群に分け、前群を物体空間座標に対して不変のものとし、後群を前群の軸上像点を中心として回転させることにより、像の振動を防止するという技術が開示されている。

【0004】また、前後に配置した2枚の板硝子の間に高屈折率液体を封入し、特殊フィルムで伸縮自在にした蛇腹部で構成されたバリアングルプリズムを使用が開発されており、このバリアングルプリズムを撮影レンズの前に配置してぶれ防止する技術も知られている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特開昭47-41853号公報の技術は、レンズ群を動かすため、アクチュエータを含めた全体の構成が大型になる。また、レンズ駆動に遅れが発生しやすいものであった。

【0006】また、上記バリアングルプリズムを使用したカメラの場合、可動部材を介して屈折率を変換しているため、装置が大型化してしまう。更に、屈折率変化の応答の遅れが比較的大きいため、シャッタチャンスを逸する虞れがあった。この発明は上記課題に鑑みてなされたもので、構成が簡単で装置が大型化せず、応答の遅れを解消したカメラの手ぶれ補正装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】すなわちこの発明は、カメラの手ぶれ量を検出する手ぶれ検出手段と、撮影レンズの光路中に配置された偏光フィルタと、この偏向フィルタの後側に配置され、対向する透明電極とこの透明電極に挟まれたプリズム型の光学的異方性媒体とから成る電氣的偏向手段と、上記手ぶれ検出手段により得られた手ぶれ量に応じた電圧を上記透明電極に印加する駆動電圧発生手段とを具備することを特徴とする。

【0008】またこの発明は、カメラの手ぶれ量を検出する手ぶれ検出手段と、撮影レンズの光路中に配置され、対向する第1の透明電極とこの第1の透明電極に挟まれたプリズム型の第1の光学的異方性媒体とから成る第1の電氣的偏向手段と、撮影レンズの光路中に配置され、対向する第2の透明電極とこの第2の透明電極に挟まれて上記第1の光学的異方性媒体と光軸が互いに直交する平面上で変化するように配置された第2の光学的異方性媒体とから成る第2の電氣的偏向手段と、上記手ぶれ検出手段により得られた手ぶれ量に応じた電圧を上記透明電極に印加する駆動電圧発生手段とを具備し、手ぶれによる像のぶれを上記第1及び第2の電氣的偏向手段により補正することを特徴とする。

【0009】

【作用】この発明のカメラの手ぶれ補正装置にあっては、カメラの手ぶれ量が手ぶれ検出手段で検出される。そして、撮影レンズの光路中に、偏光フィルタ及び電氣的偏向手段が所定間隔をおいて配置される。この電氣的偏向手段は、対向する透明電極と、この透明電極に挟まれたプリズム型の光学的異方性媒体とから成る。そして、上記手ぶれ検出手段により得られた手ぶれ量に応じた電圧が、駆動電圧発生手段によって上記透明電極に印加されて、手ぶれによる像のぶれが補正される。

【0010】カメラの手ぶれ量が手ぶれ検出手段で検出される。そして、撮影レンズの光路中に、第1の電氣的偏向手段及び第2の電氣的偏向手段が所定間隔をおいて配置される。上記第1の電氣的偏向手段は、対向する第1の透明電極と、この第1の透明電極に挟まれたプリズ

△型の第1の光学的異方性媒体とから成る。一方、第2の電氣的偏向手段は、対向する第2の透明電極と、この第2の透明電極に挟まれて上記第1の光学的異方性媒体と光軸が互いに直交する平面上で変化するように配置された第2の光学的異方性媒体とから成る。そして、上記手ぶれ検出手段により得られた手ぶれ量に応じた電圧が、駆動電圧発生手段によって上記透明電極に印加され、手ぶれによる像のぶれが上記第1及び第2の電氣的偏向手段により補正される。

【0011】

【実施例】以下、図面を参照してこの発明の実施例を説明する。

【0012】初めに、光学的異方性媒体である液晶について説明する。液晶は、光学的1軸性結晶と同様な屈折率異方性に基く複屈折性を示す。液晶分子の配列方向が光軸に相当し、光軸に垂直な方向に偏向した光線は常屈折率 $n_o$ を受け、光軸と平行な方向に偏向した構成は異常屈折率 $n_e$ を受ける。光線の光軸に対する傾き角 $\theta$ により、常光線の屈折率 $n_o$ は変わらないが、異常光線の屈折率 $n_e'$ は $n_o \leq n_e' \leq n_e$ の間で変化する。上記光線の光軸に対する傾き角 $\theta$ は、液晶に印加する電圧により制御できるので異常光線の屈折率 $n_e'$ を制御し、光線の傾きを制御することができる。次に、図2及び図3を参照して、この発明で手ぶれセンサとして使用する角速度センサについて説明する。

【0013】図2は角速度センサについて説明する図である。同図に於いて、カメラ本体1に装着される撮影レンズ2の光軸方向をZ軸とし、このZ軸を通りZ軸と直交する左右方向をX軸とし、Z軸を通り直交する上下方向をY軸とする。また上記各軸回りの回転角成分を $\theta_z$ 、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ とする。ぶれ検出のための手段として適用された角速度センサ3a、3bは、それぞれ回転角 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ の検出を行う。尚、この回転角 $\theta_x$ はY軸とZ軸により形成されるY-Z平面の像の移動に対応し、回転角 $\theta_y$ はX軸とZ軸で形成されるX-Z平面の像の移動に対応する。

【0014】図3は、カメラ本体1が回転角 $\theta_x$ だけふれた場合の像のY-Z平面上での移動状態を示している。同図に示されるように、撮影レンズ4は4'の位置まで移動し、被写体の像5は5'の位置まで移動し、被写体の像5は角度 $\theta_x$ 傾いた結像面C-D上の5'の位置に移動する。

【0015】ここで上記撮影レンズ4、4'の焦点距離を $f$ とし、その焦点から被写体までの距離を $L$ とし、焦点から像位置までの距離を $L'$ とし、また像位置の移動量を $\Delta x$ とすると、上記像の移動量 $\Delta x$ は数1の関係式のように表される。

【0016】

【数1】

$$\Delta x = (1 + \beta)^2 \cdot \theta_x \cdot f$$

但し、上記数1の関係式に於いて、 $\beta$ は撮影倍率である。

【0017】上記数1の関係式に於ける値 $f$ は、撮影レンズ情報として得ることができ、 $\beta$ を与える値 $L$ は図示されない測距装置からのAF（オートフォーカス）情報から得ることができる。また、値 $\theta_x$ は、ぶれ検出手段としての角速度センサ3aにより検出することができるので、実質的に移動量 $\Delta x$ が求められる。同様に、カメラ本体1が回転角 $\theta_y$ だけふれた場合の像のX-Z平面上で移動量 $\Delta y$ は、数2の関係式のようにして求めることができる。

【0018】

【数2】

$$\Delta y = (1 + \beta)^2 \cdot \theta_y \cdot f$$

このように、角速度センサをぶれ検出センサとして例について説明したが、次にこの発明の一実施例に係るカメラの手ぶれ補正装置について説明する。

【0019】図1は、この発明の一実施例に係るカメラの手ぶれ補正装置の構成を示すブロック図である。同図に於いて、CPU6には、リリーススイッチ7やシャッタ先幕制御用マグネット8、シャッタ後幕制御用マグネット9、フィルム感度SVやシャッタスピードTVや絞り値AV等の情報入力部10が、それぞれ接続されている。角速度センサ11及び測光回路12は、アナログ入力選択回路13に接続されている。更に、このアナログ選択回路13は、A/D変換回路14を介して上記CPU6に接続されている。

【0020】この他、上記CPU6には、フィルム巻上げ、巻戻しをするためのモータ15の駆動を制御するモータ駆動回路16や、フィルム速度やシャッタスピード等の露出情報を表示するための表示部17が接続されている。また、CPU6には、図2を参照して説明したように、X軸回りの手ぶれを相殺する方向に撮影レンズの入射光線の傾きを調節するように液晶18を駆動するための液晶ドライバ19と、Y軸回りの手ぶれを相殺する方向に撮影レンズの入射光線の傾きを調節するように液晶20を駆動するための液晶ドライバ21が接続されている。次に、図4を参照して、同実施例の液晶プリズムの基本構成について説明する。

【0021】液晶プリズム22に使用される液晶マテリアルとしては、例えばHBBAに代表されるシッフ塩基系の液晶を用いたネマチック液晶がある。この化合物は、複屈折率 $\Delta n$ （異常光の屈折率 $n_e$ と通常光の屈折率 $n_o$ との差）が0.24と比較的大きい。

【0022】液晶23は、2枚のガラス基板24a、24b及びスペーサ25a、25bにより所定角度をもって囲まれている。ガラス基板としては、無アルカリの白

板フロートが使用され、ガラス表面には $\text{SiO}_2$ 等の無機酸化物がコーティングされる。ガラス基板24a、24bと液晶23との間には、透明電極26a、26bがコーティングされている。

【0023】この透明電極26a、26bは、ガラス基板24a、24bを300～500℃程度に加熱して、酸化インジウム等の透明導電膜をコーティングしたものである。透明電極26a、26bの上には、液晶の特定配向状態を実現するための配向膜を設ける。水平配向膜としては、 $\text{SiO}_2$ 等の無機薄膜やPUA等の有機配向膜を形成後、ラビング処理する方法が一般的である。垂直配向膜としては、基板上にポリシロキサン等の有機配向膜を被着して液晶分子を垂直方向に配向させる方法が一般的である。尚、27は電極端子である。

【0024】一般に、図5に示されるように、楔形プリズムの頂角を $\alpha$ 、同プリズムの屈折率を $n$ とすると、入射光線のふれの角 $\delta$ は、数3の関係式のように表すことができる。

【0025】

【数3】

$$\delta \approx (n-1) \alpha$$

【0026】いま、図6(a)に示されるように、電圧無印加時に水平方向に配向した液晶に液晶の配向方向に光を入射させると、常光線屈折率、異常光線屈折率共に、常屈折率 $n$ を受ける。一方、図6(b)に示されるように、電極に電圧を印加すると、電圧の大きさに応じて液晶の配向の傾き $\theta$ が変化する。したがって、常光線に対する屈折率は変化しないが、異常光線に対する屈折率 $n'$ は印加電圧の大きさによって、 $n \leq n' \leq n$ 、( $n$ は異常屈折率)の間で変化することになる。

【0027】図7(a)は、液晶が水平方向に配向しているときの常光線と異常光線の屈折の様子を示したものである。しかし、これをそのままカメラの応用したのでは常光線と異常光線で像が2重に写ることになる。図7(b)は、この問題を避けるために液晶プリズム22の前に偏光板28を配置して、常光線をカットし、異常光線のみを通すようにしたものである。

【0028】図8は、図7(b)に示された偏光板28及び液晶プリズム22を手ぶれ補正に利用したカメラの光学系を概略的に示した図である。同図に於いて、液晶プリズム22の前面に偏光板28が配置されている。そして、液晶プリズム22の後方には撮影レンズ29が配置されている。更に、この撮影レンズ29の光路上の後方には、主ミラー30、スクリーン31、ペンタプリズム32、接眼レンズ33及びフィルム34が配置されている。

【0029】ここで、カメラの手ぶれを相殺すべく、液晶プリズム22に電圧を印加する。すると、液晶プリズム22で偏向された被写体光は、撮影レンズ29を通

り、フィルム34、または主ミラー30、スクリーン31、ペンタプリズム32、接眼レンズ33を介して、撮影者の目で観察される。

【0030】ところで、上述した図7(b)の方法では、偏光板を用いており、入射光量に対して光量が半減するので透過率が低くなって見づらくなる虞れがある。この点を更に改良したのが図9(a)に示される。

【0031】図9(a)は、第2の実施例として、2枚の液晶プリズムを直列に配置したもので、電圧を印加しないとき、2つの液晶プリズムの光軸が互いに90°異なるように配列されている。図9(a)に示されるように、液晶プリズム22aの光軸を紙面に平行にし、一方液晶プリズム22bの光軸を紙面と垂直になるようにする。すると、図示のように紙面に平行に偏向された入射光は、液晶プリズム22aでは異常屈折率 $n'$ を、液晶プリズム22bでは常屈折率 $n$ を受ける。また、図9(b)に示されるように、紙面に垂直な方向に偏向された入射光は、液晶プリズム22aでは常屈折率 $n$ を、液晶プリズム22bでは異常屈折率 $n'$ を受ける。したがって、図9(a)に示されるように配置された液晶プリズムに入射する自然光は、常光線と異常光線に分離することがない。このような構成にすることにより、偏光板を用いないので、高い透過率が得られる。

【0032】尚、液晶プリズム22a及び22bに電圧を印加して屈折率を可変にする場合も、液晶プリズム22aと液晶プリズム22bの光軸は、常に互いに直交する平面上で同一の角度で変化するように制御する必要がある。

【0033】図10は、図9の構成の液晶プリズムを、カメラの手ぶれ補正に利用したカメラの光学系を概略的に示した図である。尚、図8と同じ部分には同一の参照番号を付す。

【0034】図10に於いて、液晶プリズム22a、22bの後方に撮影レンズ29が配置されている。カメラの手ぶれを相殺すべく液晶プリズム22a、22bに電圧を印加する。すると、液晶プリズム22a、22bで偏向された被写体光は、撮影レンズ29を通り、フィルム34、または主ミラー30、スクリーン31、ペンタプリズム32、そして接眼レンズ33を介して、撮影者の目で観察される。

【0035】また、液晶プリズムの電極間隔は頂角方向に異なるので、2枚の電極ではその位置によって電界強度が異なる。図11は、この問題を解決するための第3の実施例の構成を示した図である。

【0036】図11に於いて、対向する透明電極のうち、一方の透明電極をプリズムの厚さが変化する方向に平行な複数の透明電極PA1～PA4に分割している。そして、対向する他方の透明電極PBとの間に異なる電圧を印加するように、電源電圧Vを抵抗R、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ により分割する。ここでは、電極間隔の広い電

極ほど、高い電圧を印加するようにしている。

【0037】尚、図8及び図10は、図2に示されるように、手ぶれによるX方向の回転、またはY方向の回転の何れか一方の1軸の手ぶれ補正のための構成であるが、図8または図10と直交する方向にもう1つの液晶プリズムから成る電氣的偏向部材を配置すると、簡単に2軸方向の手ぶれを補正することが可能になる。

【0038】次に、図12を参照して、リリース以後の手ぶれの補正の動作を説明する。尚、ここでは主に手ぶれ補正に関する動作を説明するものとし、露出制御等の細部については省略する。

【0039】先ず、ステップS1にてリリースされたか否かが判定される。ここで、リリースされると、図1に示されるアナログ入力選択回路12により、角速度センサが選択されて入力される。そして、ステップS3でA/D変換された後、ステップS4で、X軸回りの角速度WXとY軸回りの角速度WYにより、手ぶれによるX軸回りの手ぶれ角 $\theta X(i)$ とY軸回りの手ぶれ角 $\theta Y(i)$ が、数4及び数5の関係式によって求められる。

【0040】

【数4】

$$\theta X(i+1) = \theta X(i) + WX$$

【0041】

【数5】

$$\theta Y(i+1) = \theta Y(i) + WY$$

【0042】次に、ステップS5にて、上記数4及び数5の関係式によって求められたぶれ角 $\theta X$ 、 $\theta Y$ を補正に必要な液晶プリズムの偏向角を得るための液晶プリズムの印加電圧が演算され、次いでステップS6にて液晶が駆動される。その後、ステップS7に於いて露出が終了されれば、上述した補正動作が終了する。

【0043】尚、上記数4及び数5の関係式で求められるぶれ角から液晶駆動電圧を求めるには、式を用いてもよいし、予めROM（リードオンリメモリ）にストアされたテーブル表を参照して求めてよい。また、上述した実施例は、銀塩カメラについて述べたが、これに限られるものではなく、ビデオカメラにも応用できることはいうまでもない。

【0044】

【発明の効果】以上のようにこの発明によれば、機械的補正機構が不要であるので簡単で小型軽量の、応答の遅れを解消したカメラの手ぶれ補正装置を提供することができる。

【0045】また、偏光フィルタに代えて第1の光学的異方性媒体と光軸が互いに直交する平面上で変化するように配置された第2の光学的異方性媒体を使用することにより、高い透過率を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例に係るカメラの手ぶれ補正装置の構成を示すブロック図である。

【図2】この発明のカメラの手ぶれ補正装置に使用される角速度センサについて説明する図である。

【図3】図2のカメラ本体が回転角 $\theta x$ だけぶれた場合の像のY-Z平面上での移動状態を示した図である。

【図4】第1の実施例に使用される液晶プリズムの基本構成を示した図である。

【図5】頂角 $\alpha$ 、屈折率 $n$ の楔形プリズムの入射光線のぶれの角 $\delta$ の状態を表した図である。

【図6】(a)は電圧無印加時の液晶プリズムの液晶の配向方向を示した図、(b)は電圧印加時の液晶プリズムの液晶の配向方向を示した図である。

【図7】(a)は液晶が水平方向に配向しているときの常光線と異常光線の屈折の様子を示した図、(b)は同図(a)の液晶プリズムの前に偏光板を配置した場合の光線の状態を示した図である。

【図8】図7(b)の偏光板及び液晶プリズムを手ぶれ補正に利用したカメラの光学系を概略的に示した図である。

【図9】この発明の第2の実施例として、2枚の液晶プリズムを直列に配置して、電圧を印加しないとき、2つの液晶プリズムの光軸が互いに90°異なるように配列された場合の光線の状態を示した図である。

【図10】図9の構成の液晶プリズムを、カメラの手ぶれ補正に利用したカメラの光学系を概略的に示した図である。

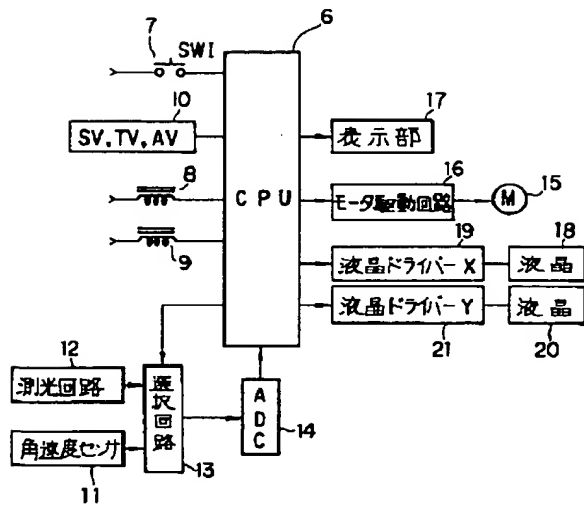
【図11】この発明の第3の実施例の構成を示した図である。

【図12】リリース以後の手ぶれの補正の動作を説明するフローチャートである

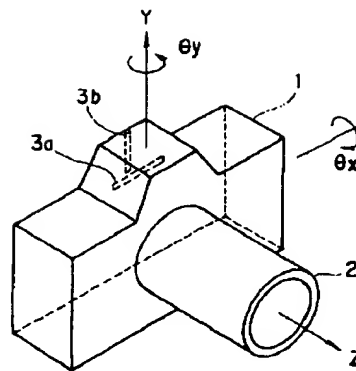
【符号の説明】

1…カメラ本体、2、4、4'、29…撮影レンズ、3a、3b、11…角速度センサ、5、5'…像、6…CPU、7…リリーススイッチ、8…シャッター先幕制御用マグネット、9…シャッター後幕制御用マグネット、10…情報入力部、12…測光回路、13…アナログ入力選択回路、14…A/D変換回路、15…モータ、16…モータ駆動回路、17…表示部、18、20、23…液晶、19、21…液晶ドライバ、22、22a、22b…液晶プリズム、24a、24b…ガラス基板、25a、25b…スペーサ、26a、26b…透明電極、27…電極端子、28…偏光板、30…主ミラー、31…スクリーン、32…ペンタプリズム、33…接眼レンズ、34…フィルム。

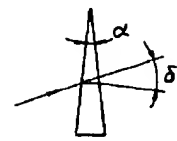
【図1】



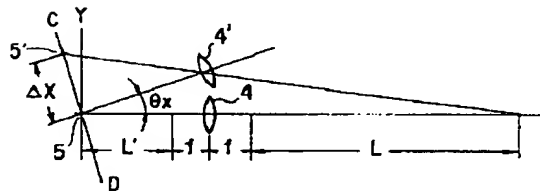
【図2】



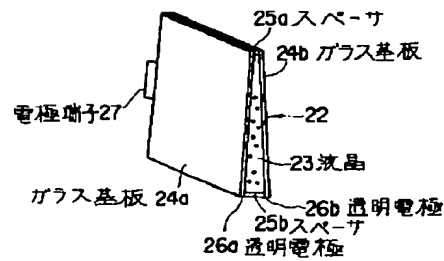
【図5】



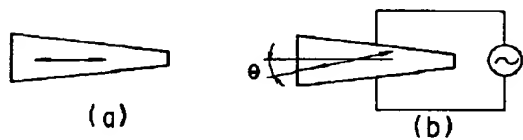
【図3】



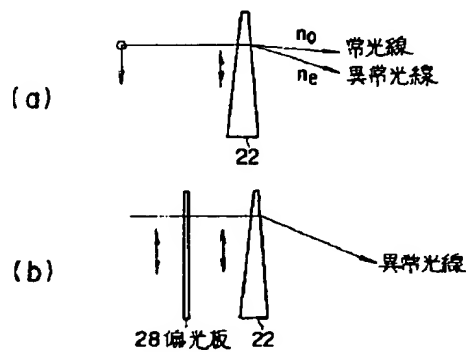
【図4】



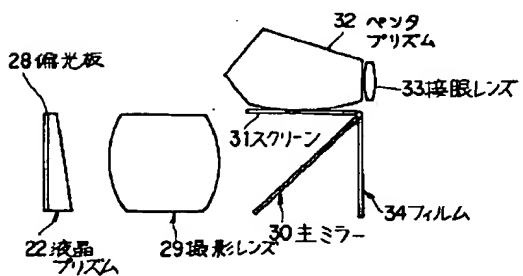
【図6】



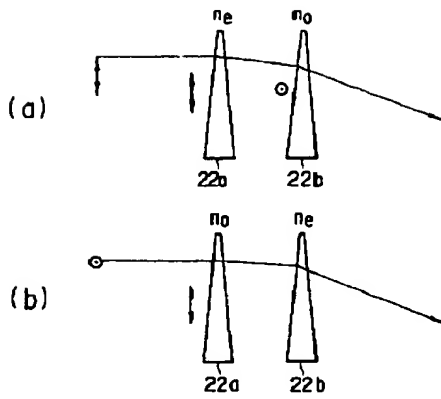
【図7】



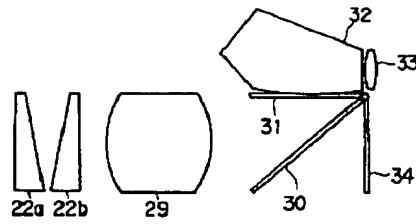
【図8】



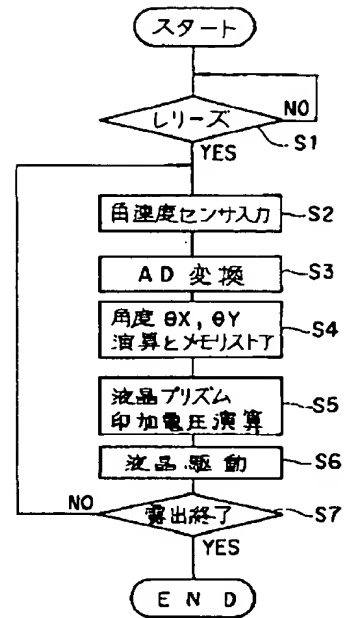
【図9】



【図10】



【図12】



【図11】

